

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-335868

(43)Date of publication of application : 07.12.1999

(51)Int.Cl.

C23C 26/00
B01J 19/08
C23C 16/44
C23F 4/00
H01L 21/205
H01L 21/3065
H05H 1/24
H05H 1/46

(21)Application number : 10-153709

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 20.05.1998

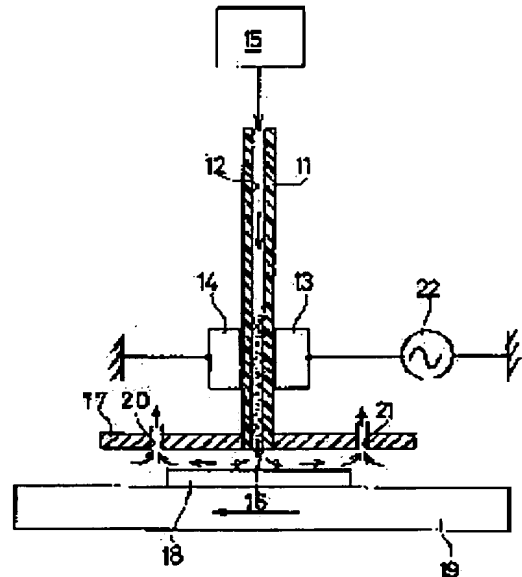
(72)Inventor : MIYASHITA TAKESHI
ASANO YASUHIKO

(54) SURFACE TREATMENT AND APPARATUS THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method capable of generating a stable and uniform plasma discharge in the surface treatment of an indirect discharge system by the plasma discharge under atmospheric pressure to form excitation active species, rapidly transporting the thus formed excitation active species from a discharge region and efficiently treating the surface of the work even in a remote position, and an apparatus therefor.

SOLUTION: In the process of subjecting the surface treatment of the work 18 by generating the gas discharge in a prescribed gas under the atmospheric pressure or a pressure near the same to form the excitation active species, feeding the treating gas contg. the excitation active species near to the surface of the work and exposing the surface to the excitation active species, the flow velocity of the treating gas fed from the discharge region is accelerated by a pressure difference between the inside of a gas flow passage 12 and the atmosphere near the work 18 or providing the flow passage of the treating gas with a throttling means. Further, the flow passage of the treating gas is provided with a heating means, such as electric heater to maintain the high temp. of the treating gas sent near to the surface of the work 18.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than]

This Page Blank (uspto)

[Claim(s)]

[Claim 1] The surface-treatment approach which generates the excitation active species of said gas by producing gas discharge in gas predetermined in the bottom of atmospheric pressure or the pressure of the near in order to carry out surface treatment of the processed material, consists of a process in_which feed the raw gas containing said excitation active species near [said] a processed material front face, and this front face is made to expose to said excitation active species, and is characterized by to include further the process in_which the rate of flow of said raw gas fed is accelerated.

[Claim 2] The surface treatment approach according to claim 1 characterized by accelerating the rate of flow of said raw gas by reducing the pressure of the ambient atmosphere in near [said] a processed material front face.

[Claim 3] The surface treatment approach according to claim 2 characterized by exhausting compulsorily the ambient atmosphere near [said] a processed material front face from said processed material circumference.

[Claim 4] The surface treatment approach according to claim 1 characterized by accelerating the rate of flow of this raw gas by reducing the passage of said raw gas fed near [said] a processed material front face.

[Claim 5] The surface treatment approach which generates the excitation active species of said gas by producing gas discharge in gas predetermined in the bottom of atmospheric pressure or the pressure of the near in order to carry out surface treatment of the processed material, consists of a process in_which feed the raw gas containing said excitation active species near [said] a processed material front face, and this front face is made to expose to said excitation active species, and is characterized by to include the process in_which said raw gas fed is heated, further.

[Claim 6] The gas passageway for feeding predetermined gas, and one pair of power-source electrodes to make said gas generate gas discharge under atmospheric pressure or the pressure of the near within said gas passageway, and for this generate the excitation active species of said gas and an earth electrode, Surface treatment equipment characterized by consisting of a nozzle which makes said processed material front face turn and spout the raw gas containing said excitation active species from said gas passageway, and a reduced pressure means to reduce the pressure of the ambient atmosphere in near [said] a processed material front face.

[Claim 7] Surface treatment equipment according to claim 6 characterized by said reduced pressure means being an exhaust air means to discharge said ambient atmosphere compulsorily outside from near [said] a processed material front face.

[Claim 8] The surface-treatment equipment characterized by the gas passageway for feeding predetermined gas, one pair of power-source electrodes to make said gas generate gas discharge under atmospheric pressure or the pressure of the near within said gas passageway, and for this

generate the excitation active species of said gas and an earth electrode, the nozzle that makes said processed material front face turn and spout the raw gas containing said excitation active species from said gas passageway, and the thing which were prepared in the passage of said raw gas, and which extract and consist of a means.

[Claim 9] Surface treatment equipment according to claim 8 characterized by said drawing means consisting of said nozzle.

[Claim 10] The gas passageway for feeding predetermined gas, and one pair of power-source electrodes to make said gas generate gas discharge under atmospheric pressure or the pressure of the near within said gas passageway, and for this generate the excitation active species of said gas and an earth electrode, Surface treatment equipment characterized by consisting of a nozzle which makes said processed material front face turn and spout the raw gas containing said excitation active species, and a heating means for heating said raw gas sent to said nozzle.

[Claim 11] Surface treatment equipment according to claim 10 characterized by said heating means being an electric heater.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach and equipment for carrying out surface treatment of the processed material using the excitation active species especially generated about the surface treatment technique which forms etching, ashing, refining, or a thin film in the plasma by the gas discharge under atmospheric pressure or the pressure of the near in the front face of a processed material.

[0002]

[Description of the Prior Art] The surface treatment technique of processing the front face of a processed material variously is proposed by the comparatively easy configuration at low cost which is generated by the plasma discharge under the pressure near atmospheric pressure and which does not need a vacuum facility chemically using activity excitation active species so that it may be indicated by recently, for example, JP,7-245192,A. The indirect discharge method which conveys the excitation active species generated by the plasma made by the direct discharge method which exposes a processed material to the plasma made by the direct discharge between processed materials directly, and one pair of inter-electrode gas discharge, and exposes a processed material is shown in the surface treatment by the plasma under atmospheric pressure.

[0003] Drawing 5 shows an example of the conventional surface treatment equipment by the indirect discharge method which used the atmospheric pressure plasma, and equips the narrow gas passageway 2 demarcated in the meantime with one pair of parallel plates 1 which consist of dielectric materials, and its both sides with one pair of electrodes 3 and 4 by which opposite arrangement was carried out. If high-frequency voltage is impressed between said two

electrodes from a power source 6, feeding the gas for discharge from the source 5 of gas supply, gas discharge will occur within a gas passageway 2, and the plasma will be made. The excitation active species of said gas is generated in this plasma, and said gas passageway is conveyed to the raw gas containing this from a discharge field, and it is injected from a nozzle 7, said excitation active species is exposed to a processed material front face, and desired processing is performed on this front face.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, generally, under atmospheric pressure, the excitation active species by such plasma is unstable, and its life is short, and it returns to the condition that origin was stabilized dramatically for a short time. Therefore, conveying distance between the discharge field 8 and a nozzle 7 was shortened as much as possible, it is necessary to make it the excitation active species of always sufficient amount arrive at a processed material front face, and there was a problem that the structure of equipment and the applicability of surface treatment were restricted, or a throughput declined, with the conventional indirect discharge type surface treatment equipment mentioned above.

[0005] If the flow rate of the gas for discharge fed from the source 5 of gas supply is raised, it can be made to arrive at the location which left the raw gas which contains excitation active species so quickly. However, if a discharge frequency is made high to MHZ order extent when the gas which contains cheap nitrogen gas or nitrogen, and oxygen in the gas for discharge is used, generally as for the discharge under atmospheric pressure, control will become difficult. If the rate of the gas for discharge is gathered especially, discharge will not become instability, uniform and big discharge will not be obtained, but the problem that sufficient plasma is not formed will arise.

[0006] Then, the place which this invention is made in view of the conventional trouble mentioned above, and is made into the object The excitation active species which was stabilized in the surface treatment of the indirect discharge method by plasma discharge under atmospheric pressure, and was made to generate uniform plasma discharge, and was generated by that cause is more quickly conveyed from a discharge field. Even if it is the distant location, it is in offering the approach and equipment which can process a processed material front face efficiently.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order for this invention to be for attaining the object mentioned above and to carry out surface treatment of the processed material The excitation active species of said gas is generated by producing gas discharge in gas predetermined in the bottom of atmospheric pressure or the pressure of the near. The surface treatment approach characterized by including further the process in which consist of a process in which feed the raw gas containing this excitation active species near a processed material front face, and this

front face is made to expose to excitation active species, and the rate of flow of the raw gas fed is accelerated is offered.

[0008] Thus, since it can be made to arrive at a processed material front face before returning to the condition that origin was stabilized for a short time, even if discharge is stabilized, and the plasma of high density is made by that cause, and it can generate more excitation active species and the conveying distance becomes long, since it is not necessary to raise the flow rate of the discharge gas from the source of gas supply, surface treatment of the processed material can be carried out efficiently.

[0009] If the pressure of the ambient atmosphere in near a processed material front face is reduced especially in a certain example by exhausting compulsorily the ambient atmosphere near a processed material front face from the circumference, since the flow of the raw gas from a discharge field is accelerable with the pressure differential, it is convenient.

[0010] The gas passageway for feeding predetermined gas according to another side face of this invention, One pair of power-source electrodes to make said gas generate gas discharge under atmospheric pressure or the pressure of the near within this gas passageway, and for this generate the excitation active species of said gas, and an earth electrode, The surface treatment equipment characterized by consisting of a nozzle which makes a processed material front face turn and spout the raw gas containing excitation active species from a gas passageway, and a reduced pressure means to reduce the pressure of the ambient atmosphere in near a processed material front face is offered.

[0011] Specifically, the exhaust air means which consists of an exhaust air pump for discharging an ambient atmosphere compulsorily outside, an exhaust port, etc. can be established from near a processed material front face as said reduced pressure means.

[0012] In the another example, since the rate of raw gas becomes high in case the reduced passage part is passed by reducing the passage of the raw gas fed near a processed material front face, even if conveying distance is long, excitation active species can be conveyed in a short time.

[0013] If it extracts to the passage of the raw gas to the nozzle which makes a processed material front face specifically turn and spout the raw gas containing excitation active species from a discharge field and a means is established, the rate of flow of the raw gas which passes this drawing means can become high, and so more many excitation active species can be made to be able to arrive at a processed material front face, and the conveying distance can be lengthened.

[0014] The nozzle which makes a processed material front face turn and spout raw gas can constitute said drawing means. Moreover, said drawing means can cover the overall length of the passage to which raw gas is conveyed from a discharge field to a nozzle, or can be formed in the part.

[0015] Furthermore, in order to carry out surface treatment of the processed material according to this invention, the excitation active species of said gas is generated by producing gas discharge in gas predetermined in the bottom of atmospheric pressure or the pressure of the near. if the process in which consist of a process in which feed the raw gas containing this excitation active species near a processed material front face, and the front face is made to expose to excitation active species, and the raw gas fed is heated is included further -- since -- the surface treatment approach characterized by becoming is offered.

[0016] Generally gaseous thermal diffusion progresses so quickly that the temperature is high. Therefore, the raw gas fed from a discharge field can be made to arrive at a processed material front face, without returning to the condition that origin was stabilized, while conveying more excitation active species since validity can be diffused more by heating. And on the processed material front face on which hot raw gas is injected, a chemical reaction is promoted and processing speed becomes quick.

[0017] Heating means, such as an electric heater which heats raw gas, can be formed in passage until it makes a processed material front face specifically turn and spout the raw gas containing excitation active species from a discharge field.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 shows the suitable example of the surface treatment equipment by this invention. This surface treatment equipment has the gas passageway 12 of the shape of a narrow slit demarcated by that inside, and one pair of power-source electrodes 13 and the earth electrode 14 which have been arranged so that this may be inserted by carrying out opposite arrangement of the rectangle sheet metal 11 of two sheets which consists of dielectric materials, such as a glass plate, with few clearances. The upper bed of a gas passageway 12 is connected to the source 15 of gas supply, and the passage control strip 17 of the raw gas extended to the cross direction is attached in the nozzle section 16 of a soffit. A processed material 18 is laid on the movable table 19 with few gaps by the nozzle section 16 and passage control strip 17 immediately bottom.

[0019] The passage control strip 17 of this example restricts the flow of the raw gas from the nozzle section 16 in the narrow space demarcated between processed material front faces like the conventional passage control strip 10 explained in relation to drawing 5 . In order to discharge compulsorily raw gas after processing a processed material front face outside from said space at the passage control strip 17, the exhaust ports 20 and 21 connected to the exhaust air pump are established in the nozzle section 16 order both sides.

[0020] It is determined that the pressure of the ambient atmosphere near [in the about 16 nozzle section] a processed material front face will become lower than the pressure in a gas passageway 12 as for the capacity of said exhaust air pump. In the another example, even if it replaces with said exhaust air pump and uses a blower etc., the same pressure differential can be

produced. As for close, the location of both the exhaust ports 20 and 21 keeps the distance of a certain extent from both nozzle section 16 and passage control strip 17 order ends, and sets it up in the medium of said passage control strip so that the flow rate of the air to which it comes may decrease as much as possible from the exterior, so that the raw gas injected from the nozzle section 16 may flow sufficient distance along a processed material front face.

[0021] At the time of an activity, supplying predetermined discharge gas by the predetermined flow rate from the source 15 of gas supply, high-frequency voltage is impressed between two electrodes 13 and 14 from a power source 22, and the stable gas discharge as well as the surface treatment by the conventional atmospheric pressure plasma is generated in a gas passageway 12. In this example, since it is not necessary to supply discharge gas from the source 15 of gas supply at high speed, even when the mixed gas of nitrogen gas or nitrogen, and oxygen is used for discharge gas, the always stabilized discharge is obtained. Excitation active species is stabilized so much by the plasma of the high density made by this discharge, it is generated, and the raw gas containing this excitation active species is fed towards a processed material front face from the nozzle section 16.

[0022] Since the pressure of the ambient atmosphere near a processed material front face is declining suitably according to an exhaust air operation of said exhaust air pump at this time, the raw gas containing said excitation active species is attracted by the pressure differential with the inside of a gas passageway 12, and passes a gas passageway 12 at a rate quicker than before towards the nozzle section 16 from a discharge field. Therefore, many excitation active species contained in said raw gas can be made to arrive at a processed material front face before returning to the condition that origin was stabilized, and processing speed and effectiveness improve.

[0023] Moreover, in this example, since surface treatment is performed driving a table 19 in the direction of an arrow head A, and moving a processed material 18, the large whole processed material surface surface can be processed good efficiently. Though natural, a large area can be similarly processed by fixing a table 19 and making surface treatment equipment movable.

[0024] Drawing 2 shows the modification of the 1st example shown in drawing 1 , and the points arranged at the sealed narrow processing room 24 where a processed material 18 is demarcated in housing 23 differ. A gas passageway 12 is connected to the central upper part of housing 23, and the nozzle section 16 is carrying out opening to said processing interior of a room. The exhaust ports 25 and 26 connected to the exhaust air pump like the case of drawing 1 are established in housing 23 order both ends. Although arranged in this example in the location which the processed material 18 fixed, it is in the processing room 24, or can constitute from an another example possible [conveyance] between the inside of a processing room, and outside.

[0025] At the time of an activity, said exhaust air pump is operated at the same time it supplies discharge gas in a gas passageway 12 from the source 15 of gas supply, and it impresses

high-frequency voltage between two electrodes 13 and 14 from a power source 22 and it generates gas discharge. By decompressing the processing room 24 suitably, the raw gas containing a lot of excitation active species generated from the stable discharge passes a gas passageway 12 at a rate quicker than before from a discharge field, and is fed in the processing room 24. Therefore, many excitation active species can be made to arrive at a processed material front face similarly before returning to the condition that origin was stabilized, and processing speed and effectiveness improve.

[0026] Drawing 3 shows the 2nd example of the surface treatment equipment by this invention. The nozzle unit 27 is attached in the soffit of a gas passageway 12 where this surface treatment equipment consists of parallel glass sheet metal 11 of two sheets. The nozzle unit 27 has the injection path 28 of the raw gas which consists of an orifice with the cross section smaller than a gas passageway 12. Furthermore, the passage control strip 29 of the raw gas extended to the nozzle unit 27 at the cross direction is formed in one. A processed material 18 is laid on the movable table 19 with few gaps by the nozzle unit 27 immediately bottom.

[0027] Discharge gas is supplied in a gas passageway 12 by the fixed flow rate from the source 15 of gas supply, from a power source 22, high-frequency voltage is impressed between two electrodes 13 and 14, and the stable gas discharge is generated. The raw gas containing the excitation active species by the plasma made by this discharge passes through a gas passageway 12 and the injection path 28 from a discharge field, and is injected by the processed material front face. At this time, the rate at which raw gas passes through the injection path 28 becomes quicker than the rate in a gas passageway 12 by being extracted rapidly [that passage] at this injection path. Therefore, said excitation active species is a short time more, before it returns to the condition that origin was stabilized, it can arrive at a processed material front face, and its throughput improves.

[0028] Drawing 4 shows the 3rd example of the surface treatment equipment by this invention. The same passage control strip 30 as the conventional example of drawing 5 is attached in the nozzle section 16 of the soffit of a gas passageway 12 in which this surface treatment equipment is formed by the parallel glass sheet metal 11 of two sheets. A processed material 18 is arranged on the conveyance table 19 with few gaps immediately at the nozzle section 16 and passage control strip 17 bottom. The electric heater 31 is arranged in the outside surface of glass sheet metal 11 between electrodes 13 and 14 and the nozzle section 16.

[0029] Like each above-mentioned example, supplying discharge gas in a gas passageway 12 by the fixed flow rate from the source 15 of gas supply, high-frequency voltage is impressed between two electrodes 13 and 14, the stable gas discharge is generated and the raw gas containing the excitation active species by the plasma made by that cause is injected on a processed material front face from the nozzle section 16. At this time, the raw gas which passes a gas passageway 12 towards the nozzle section 16 from a discharge field is heated by the

electric heater 31. Therefore, said raw gas is conveyed, without seldom lowering temperature, maintaining the temperature substantially from a discharge field to the nozzle section.

[0030] The thermal diffusion progresses quickly, so that gaseous temperature is high, as mentioned above. Therefore, since the raw gas heated by the electric heater 31 is diffused more in validity, more excitation active species arrive at a processed material front face, without returning to the condition that origin was stabilized during the transport from a discharge field, and processing effectiveness becomes high. Furthermore, the chemical reaction in a processed material front face is promoted by that the temperature of the raw gas injected is high, and processing speed becomes quick.

[0031] As mentioned above, although the suitable example of this invention was explained to the detail, this invention can add and carry out various deformation and modification in the above-mentioned example within the technical limits. For example, a gas passageway can be replaced with the plate-like thing which used the parallel glass sheet metal of two sheets, and can be formed with a circular glass tube etc., and various electrode structures can be used for it corresponding to them. Moreover, in each above-mentioned example, between a discharge field and the nozzle sections can be connected by the separate duct, and excitation active species can be conveyed in a longer distance. Furthermore, a throughput can be further heightened by adding the electric heater of the 3rd example to the example of drawing 1 - drawing 3 .

[0032]

[Effect of the Invention] Since this invention is constituted as mentioned above, it does so effectiveness which is indicated below. Before returning to the condition that generated many excitation active species where discharge is stabilized, and origin was stabilized more in it for a short time, it can be made to arrive at a processed material front face in the surface treatment of the indirect discharge method by the atmospheric pressure plasma by accelerating the rate of flow of the raw gas fed into a processed material front face from a discharge field according to the surface treatment approach of this invention, and equipment. Therefore, since it not only can carry out the surface treatment of the processed material efficiently, but even a processed material can make longer than before distance which conveys excitation active species from a discharge field, the degree of freedom of a design of surface treatment equipment becomes high, and the surface treatment by the atmospheric pressure plasma can be applied to a more extensive application.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram showing the configuration of the 1st example of the surface treatment equipment by this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the modification of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the schematic diagram showing the configuration of the 2nd example of the surface treatment equipment by this invention.

[Drawing 4] It is the schematic diagram showing the configuration of the 3rd example of the surface treatment equipment by this invention.

[Drawing 5] It is the schematic diagram showing the configuration of conventional surface treatment equipment.

[Description of Notations]

- 1 Parallel Plate
- 2 Gas Passageway
- 3 Four Electrode
- 5 Source of Gas Supply
- 6 Power Source
- 7 Nozzle Section
- 8 Processed Material
- 9 Table
- 10 Passage Control Strip
- 11 Sheet Metal
- 12 Gas Passageway
- 13 Power-Source Electrode
- 14 Earth Electrode
- 15 Source of Gas Supply
- 16 Nozzle Section
- 17 Passage Control Strip
- 18 Processed Material
- 19 Table
- 20 21 Exhaust port
- 22 Power Source
- 23 Housing
- 24 Processing Room
- 25 26 Exhaust port
- 27 Nozzle Unit
- 28 Injection Path
- 29 30 Passage control strip
- 31 Electric Heater

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-335868

(43) 公開日 平成11年(1999)12月7日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

C 2 3 C 26/00

B 0 1 J 19/08

C 2 3 C 16/44

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 26/00

B 0 1 J 19/08

C 2 3 C 16/44

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/205

D

H

D

Z

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-153709

(22) 出願日

平成10年(1998)5月20日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 宮下 武

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 浅野 康彦

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

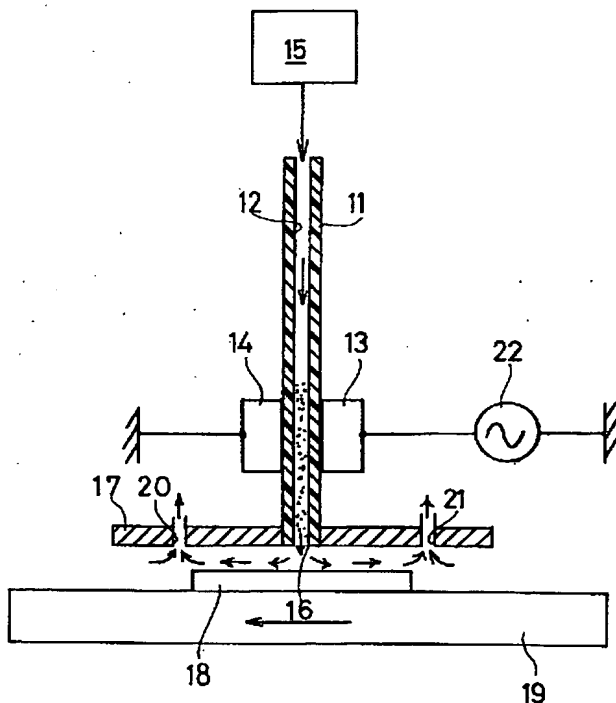
(74) 代理人 弁理士 梅田 明彦

(54) 【発明の名称】 表面処理方法及び装置

(57) 【要約】

【解決手段】 大気圧またはその近傍の圧力下で所定のガス中に気体放電を生じさせて励起活性種を生成し、該励起活性種を含む処理ガスを被処理物表面付近に送給し、該表面を励起活性種に曝露させて表面処理する過程において、放電領域から送給される処理ガスの流速を、ガス流路内と被処理物付近の雰囲気との圧力差により、又は処理ガスの流路に絞り手段を設けることにより加速する。更に、処理ガスの流路に電動ヒータ等の加熱手段を設けて、被処理物表面付近に送られる処理ガスの温度を高く維持する。

【効果】 放電が安定し、より多くの励起活性種が生成され、それらをより短時間で元の安定した状態に戻る前に被処理物表面に到達させることができるので、処理効率が向上し、かつ放電領域と処理部との距離をより長く設定できる。装置設計の自由度が高まり、用途が拡大する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理物を表面処理するために、大気圧またはその近傍の圧力下で所定のガス中に気体放電を生じさせることにより前記ガスの励起活性種を生成し、前記励起活性種を含む処理ガスを前記被処理物表面付近に送給して該表面を前記励起活性種に曝露させる過程からなり、送給される前記処理ガスの流速を加速する過程を更に含むことを特徴とする表面処理方法。

【請求項 2】 前記被処理物表面付近における雰囲気気の圧力を低下させることにより、前記処理ガスの流速を加速することを特徴とする請求項 1 記載の表面処理方法。

【請求項 3】 前記被処理物表面付近の雰囲気気を前記被処理物周辺から強制的に排気することを特徴とする請求項 2 記載の表面処理方法。

【請求項 4】 前記被処理物表面付近に送給される前記処理ガスの流路を縮小することにより、該処理ガスの流速を加速することを特徴とする請求項 1 記載の表面処理方法。

【請求項 5】 被処理物を表面処理するために、大気圧またはその近傍の圧力下で所定のガス中に気体放電を生じさせることにより前記ガスの励起活性種を生成し、前記励起活性種を含む処理ガスを前記被処理物表面付近に送給して該表面を前記励起活性種に曝露させる過程からなり、送給される前記処理ガスを加熱する過程を更に含むことを特徴とする表面処理方法。

【請求項 6】 所定のガスを送給するためのガス流路と、前記ガス流路内で前記ガスに大気圧又はその近傍の圧力下で気体放電を発生させ、それにより前記ガスの励起活性種を生成するための 1 対の電源電極及び接地電極と、前記ガス流路から前記励起活性種を含む処理ガスを前記被処理物表面に向けて噴出させるノズルと、前記被処理物表面付近における雰囲気気の圧力を低下させる減圧手段とからなることを特徴とする表面処理装置。

【請求項 7】 前記減圧手段が、前記被処理物表面付近から前記雰囲気気を外部に強制的に排出する排気手段であることを特徴とする請求項 6 記載の表面処理装置。

【請求項 8】 所定のガスを送給するためのガス流路と、前記ガス流路内で前記ガスに大気圧又はその近傍の圧力下で気体放電を発生させ、それにより前記ガスの励起活性種を生成するための 1 対の電源電極及び接地電極と、前記ガス流路から前記励起活性種を含む処理ガスを前記被処理物表面に向けて噴出させるノズルと、前記処理ガスの流路に設けられた絞り手段とからなることを特徴とする表面処理装置。

【請求項 9】 前記絞り手段が前記ノズルからなることを特徴とする請求項 8 記載の表面処理装置。

【請求項 10】 所定のガスを送給するためのガス流路と、前記ガス流路内で前記ガスに大気圧又はその近傍の圧力下で気体放電を発生させ、それにより前記ガスの励起活性種を生成するための 1 対の電源電極及び接地電極

と、前記励起活性種を含む処理ガスを前記被処理物表面に向けて噴出させるノズルと、前記ノズルに送られる前記処理ガスを加熱するための加熱手段とからなることを特徴とする表面処理装置。

【請求項 11】 前記加熱手段が電気ヒータであることを特徴とする請求項 10 記載の表面処理装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば被処理物の表面をエッチング、アッシング、改質又は薄膜を形成する表面処理技術に関し、特に大気圧又はその近傍の圧力下での気体放電によるプラズマ中に生成される励起活性種を用いて被処理物を表面処理するための方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】最近、例えば特開平 7 - 2 4 5 1 9 2 号公報に記載されるように、大気圧付近の圧力下でのプラズマ放電により生成される化学的に活性な励起活性種を利用して、真空設備を必要としない比較的低コストで簡単な構成により、被処理物の表面を様々に処理する表面処理技術が提案されている。大気圧下でのプラズマによる表面処理には、被処理物との間での直接放電により作られるプラズマに被処理物を直接曝露する直接放電方式と、1 対の電極間での気体放電により作られたプラズマにより生成される励起活性種を輸送して被処理物を曝露する間接放電方式とがある。

【0003】図 5 は、大気圧プラズマを用いた間接放電方式による従来の表面処理装置の一例を示しており、誘電体材料からなる 1 対の平行板 1 によりその間に画定される狭いガス流路 2 と、その両側に対向配置された 1 対の電極 3、4 とを備える。ガス供給源 5 から放電用ガスを送給しつつ、電源 6 から前記両電極間に高周波電圧を印加すると、ガス流路 2 内で気体放電が発生してプラズマが作られる。このプラズマ中で前記ガスの励起活性種が生成され、これを含む処理ガスが放電領域から前記ガス流路を輸送されかつノズル 7 から噴射されて、前記励起活性種が被処理物表面に曝露され、該表面に所望の処理が行われる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなプラズマによる励起活性種は、一般に大気圧下では不安定で寿命が短く、非常に短時間で元の安定した状態に戻る。そのため、上述した従来の間接放電式表面処理装置では、放電領域 8 とノズル 7 間の輸送距離をできる限り短くして、常に十分な量の励起活性種が被処理物表面に到達し得るようにする必要がある、装置の構造や表面処理の適用範囲が制限されたり、処理能力が低下するという問題があった。

【0005】ガス供給源 5 から送給される放電用ガスの流量を上げれば、それだけ速く励起活性種を含む処理ガ

スを離れた位置に到達させることができる。ところが、放電用ガスに安価な窒素ガス、又は窒素及び酸素を含むガスをを用いた場合、放電周波数をMHzオーダー程度まで高くすると、一般に大気圧下での放電は制御が難しくなる。特に放電用ガスの速度を上げると、放電が不安定になったり、均一で大きな放電が得られず、十分なプラズマが形成されないという問題が生じる。

【0006】そこで、本発明は、上述した従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、大気圧下でプラズマ放電による間接放電方式の表面処理において、安定して均一なプラズマ放電を発生させ、かつそれにより生成された励起活性種を放電領域からより速く輸送して、離れた位置であっても被処理物表面を効率良く処理することができる方法及び装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した目的を達成するためのものであり、被処理物を表面処理するために、大気圧またはその近傍の圧力下で所定のガス中に気体放電を生じさせることにより前記ガスの励起活性種を生成し、該励起活性種を含む処理ガスを被処理物表面付近に送給して該表面を励起活性種に曝露させる過程からなり、送給される処理ガスの流速を加速する過程を更に含むことを特徴とする表面処理方法が提供される。

【0008】このようにガス供給源からの放電ガスの流量を上げる必要がないので放電が安定し、それにより高密度のプラズマが作られてより多くの励起活性種を生成することができ、かつその輸送距離が長くなっても短時間で、元の安定した状態に戻る前に被処理物表面に到達させることができるので、被処理物を効率よく表面処理することができる。

【0009】或る実施例では、特に被処理物表面付近の雰囲気その周辺から強制的に排気することにより、被処理物表面付近における雰囲気の圧力を低下させると、その圧力差により放電領域からの処理ガスの流れを加速できるので好都合である。

【0010】本発明の別の側面によれば、所定のガスを送給するためのガス流路と、該ガス流路内で前記ガスに大気圧又はその近傍の圧力下で気体放電を発生させ、それにより前記ガスの励起活性種を生成するための1対の電源電極及び接地電極と、ガス流路から励起活性種を含む処理ガスを被処理物表面に向けて噴出させるノズルと、被処理物表面付近における雰囲気その圧力を低下させる減圧手段とからなることを特徴とする表面処理装置が提供される。

【0011】具体的には、前記減圧手段として、被処理物表面付近から雰囲気を外部に強制的に排出するための排気ポンプ、排気口などからなる排気手段を設けることができる。

【0012】別の実施例では、被処理物表面付近に送給

される処理ガスの流路を縮小することにより、その縮小された流路部分を通過する際に処理ガスの速度が高くなるので、輸送距離が長くても励起活性種を短時間で輸送することができる。

【0013】具体的には、放電領域から励起活性種を含む処理ガスを被処理物表面に向けて噴出させるノズルまでの処理ガスの流路に絞り手段を設けると、該絞り手段を通過する処理ガスの流速が高くなり、それだけより多くの励起活性種を被処理物表面に到達させることができ、かつその輸送距離を長くすることができる。

【0014】前記絞り手段は、処理ガスを被処理物表面に向けて噴出させるノズルにより構成することができる。また、前記絞り手段は、放電領域からノズルまで処理ガスを輸送する流路の全長に亘って又はその一部に設けることができる。

【0015】更に本発明によれば、被処理物を表面処理するために、大気圧またはその近傍の圧力下で所定のガス中に気体放電を生じさせることにより前記ガスの励起活性種を生成し、該励起活性種を含む処理ガスを被処理物表面付近に送給してその表面を励起活性種に曝露させる過程からなり、送給される処理ガスを加熱する過程を更に含むことを特徴とする表面処理方法が提供される。

【0016】一般に気体の熱拡散は、その温度が高いほど速く進む。従って、放電領域から送給される処理ガスは、加熱することによってより有効に拡散させることができるので、より多くの励起活性種を輸送中に元の安定した状態に戻すことなく、被処理物表面に到達させることができる。しかも、高温の処理ガスが噴射される被処理物表面では化学反応が促進されて、処理速度が速くなる。

【0017】具体的には、励起活性種を含む処理ガスを放電領域から被処理物表面に向けて噴出させるまでの流路に、処理ガスを加熱する電気ヒータ等の加熱手段を設けることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による表面処理装置の好適な実施例を示している。この表面処理装置は、ガラス板などの誘電体材料からなる2枚の矩形薄板11を僅かな隙間をもって対向配置することにより、その内側に画定される狭いスリット状のガス流路12と、これを挟むように配置された1対の電源電極13及び接地電極14とを有する。ガス流路12の上端はガス供給源15に接続され、かつ下端のノズル部16には、その前後方向に延長する処理ガスの流路制御板17が取り付けられている。ノズル部16及び流路制御板17の直ぐ下側には、被処理物18が僅かな隙間をもって移動可能なテーブル19上に載置される。

【0019】本実施例の流路制御板17は、図5に関連して説明した従来の流路制御板10と同様に、ノズル部

1 6 からの処理ガスの流れを被処理物表面との間に画定される狭い空間内に制限する。流路制御板 1 7 には、被処理物表面を処理した後の処理ガスを前記空間から外部に強制的に排出するために、排気ポンプに接続された排気口 2 0、2 1 がノズル部 1 6 の前後両側に設けられている。

【0 0 2 0】前記排気ポンプの能力は、ノズル部 1 6 近傍における被処理物表面付近の雰囲気圧力がガス流路 1 2 内の圧力より低くなるように決定する。別の実施例では、前記排気ポンプに代えてブロウなどを用いても、同様の圧力差を生じさせることができる。両排気口 2 0、2 1 の位置は、ノズル部 1 6 から噴射された処理ガスが被処理物表面に沿って十分な距離を流れるように、かつ外部から入ってくる空気の流量ができる限り少なくなるように、ノズル部 1 6 及び流路制御板 1 7 の前後両端双方から或る程度の距離をおいて前記流路制御板の中間に設定する。

【0 0 2 1】使用時には、従来の大気圧プラズマによる表面処理と同様に、ガス供給源 1 5 から所定の放電ガスを所定の流量で供給しつつ、電源 2 2 から両電極 1 3、1 4 間に高周波電圧を印加して、安定した気体放電をガス流路 1 2 内に発生させる。本実施例では、ガス供給源 1 5 から放電ガスを高速で供給する必要がないので、放電ガスに窒素ガス又は窒素と酸素との混合ガスを用いた場合でも、常に安定した放電が得られる。この放電により作られる高密度のプラズマにより励起活性種が多量に安定して生成され、この励起活性種を含む処理ガスが、ノズル部 1 6 から被処理物表面に向けて送給される。

【0 0 2 2】このとき、前記排気ポンプの排気作用により被処理物表面付近の雰囲気圧力が適当に低下しているので、前記励起活性種を含む処理ガスは、ガス流路 1 2 内との圧力差により吸引されて、放電領域からノズル部 1 6 に向けて従来より速い速度でガス流路 1 2 を通過する。従って、前記処理ガスに含まれる多くの励起活性種を元の安定した状態に戻る前に被処理物表面に到達させることができ、処理速度及び効率が向上する。

【0 0 2 3】また、本実施例では、テーブル 1 9 を矢印 A の方向に駆動して被処理物 1 8 を移動させながら表面処理を行うので、広い被処理物表面全面を効率よく良好に処理できる。当然ながら、テーブル 1 9 を固定して表面処理装置を移動可能にすることにより、同様に広い面積を処理することができる。

【0 0 2 4】図 2 は、図 1 に示す第 1 実施例の変形例を示しており、被処理物 1 8 がハウジング 2 3 内に画定される密閉された狭い処理室 2 4 に配置される点が異なる。ハウジング 2 3 の中央上部にはガス流路 1 2 が接続されて、ノズル部 1 6 が前記処理室内に開口している。ハウジング 2 3 の前後両端部には、図 1 の場合と同様に排気ポンプに接続された排気口 2 5、2 6 が設けられている。本実施例では、被処理物 1 8 が固定した位置に配

置されているが、別の実施例では、処理室 2 4 内で又は処理室の中と外との間で搬送可能に構成することができる。

【0 0 2 5】使用時には、ガス供給源 1 5 からガス流路 1 2 内に放電ガスを供給し、かつ電源 2 2 から両電極 1 3、1 4 間に高周波電圧を印加して、気体放電を発生させると同時に、前記排気ポンプを作動させる。安定した放電より生成される多量の励起活性種を含む処理ガスは、処理室 2 4 が適当に減圧されていることにより、放電領域から従来より速い速度でガス流路 1 2 を通過し、処理室 2 4 内に送給される。従って、同様に多くの励起活性種を元の安定した状態に戻る前に被処理物表面に到達させることができ、処理速度及び効率が向上する。

【0 0 2 6】図 3 は、本発明による表面処理装置の第 2 実施例を示している。この表面処理装置は、2 枚の平行なガラス薄板 1 1 からなるガス流路 1 2 の下端にノズルユニット 2 7 が取り付けられている。ノズルユニット 2 7 は、ガス流路 1 2 より断面積の小さいオリフィスからなる処理ガスの噴射通路 2 8 を有する。更にノズルユニット 2 7 には、その前後方向に延長する処理ガスの流路制御板 2 9 が一体に設けられている。ノズルユニット 2 7 の直ぐ下側には、被処理物 1 8 が僅かな間隙をもって移動可能なテーブル 1 9 上に載置される。

【0 0 2 7】ガス供給源 1 5 から放電ガスを一定の流量でガス流路 1 2 内に供給し、電源 2 2 から両電極 1 3、1 4 間に高周波電圧を印加して、安定した気体放電を発生させる。この放電により作られたプラズマによる励起活性種を含む処理ガスは、放電領域からガス流路 1 2 及び噴射通路 2 8 を通過して、被処理物表面に噴射される。このとき、処理ガスが噴射通路 2 8 を通過する速度は、その流路が該噴射通路で急激に絞られることにより、ガス流路 1 2 における速度よりも速くなる。従って、前記励起活性種はより短時間で、元の安定した状態に戻る前に被処理物表面に到達することができ、処理能力が向上する。

【0 0 2 8】図 4 は、本発明による表面処理装置の第 3 実施例を示している。この表面処理装置は、2 枚の平行なガラス薄板 1 1 により形成されるガス流路 1 2 の下端のノズル部 1 6 に、図 5 の従来例と同様の流路制御板 3 0 が取り付けられている。被処理物 1 8 は、ノズル部 1 6 及び流路制御板 1 7 の直ぐ下側に僅かな間隙をもって搬送テーブル 1 9 上に配置される。ガラス薄板 1 1 の外面には、電極 1 3、1 4 とノズル部 1 6 との間に電気ヒータ 3 1 が配設されている。

【0 0 2 9】上記各実施例と同様に、ガス供給源 1 5 から放電ガスを一定の流量でガス流路 1 2 内に供給しつつ、両電極 1 3、1 4 間に高周波電圧を印加して、安定した気体放電を発生させ、それにより作られたプラズマによる励起活性種を含む処理ガスをノズル部 1 6 から被処理物表面に噴射する。このとき、放電領域からノズル

部 16 に向けてガス流路 12 を通過する処理ガスは、電気ヒータ 31 により加熱される。従って、前記処理ガスは放電領域からノズル部までその温度を実質的に維持したまま又は温度をあまり下げずに輸送される。

【0030】 上述したように、気体の温度が高いほどその熱拡散が速く進む。従って、電気ヒータ 31 で加熱された処理ガスはより有効に拡散するので、より多くの励起活性種が放電領域からの輸送中に元の安定した状態に戻らずに被処理物表面に到達し、処理効率が高くなる。更に、噴射される処理ガスの温度が高いことにより、被

処理物表面における化学反応が促進され、処理速度が速くなる。

【0031】 以上、本発明の好適な実施例について詳細に説明したが、本発明はその技術的範囲内において上記実施例に様々な変形・変更を加えて実施することができる。例えばガス流路は、2 枚の平行なガラス薄板を用いた平板状のものに代えて、円形ガラス管等で形成することができ、またそれらに対応して様々な電極構造を用いることができる。また、上記各実施例において、放電領域とノズル部との間を別個の管路により連結し、より長い距離で励起活性種を輸送することができる。更に、第 3 実施例の電気ヒータを図 1 ～ 図 3 の実施例に付加することにより、処理能力をより一層高めることができる。

【0032】

【発明の効果】 本発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。本発明の表面処理方法及び装置によれば、大気圧プラズマによる間接放電方式の表面処理において、放電領域から被処理物表面に送給される処理ガスの流速を加速することにより、放電を安定させた状態で多くの励起活性種を生成し、かつそれをより短時間で元の安定した状態に戻る前に被処理物表面に到達させることができる。従って、被処理物を効率よく表面処理できるだけでなく、放電領域から被処理物まで励起活性種を輸送する距離を従来より長くできるので、表面処理装置の設計の自由度が高くなり、より広範な用途に大気圧プラズマによる表面処理を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による表面処理装置の第 1 実施例の構成を示す概略図である。

【図 2】 図 1 の変形例を示す図である。

【図 3】 本発明による表面処理装置の第 2 実施例の構成を示す概略図である。

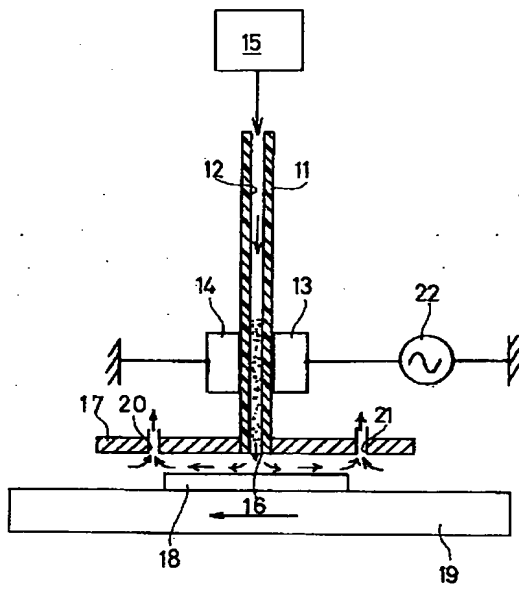
【図 4】 本発明による表面処理装置の第 3 実施例の構成を示す概略図である。

【図 5】 従来の表面処理装置の構成を示す概略図である。

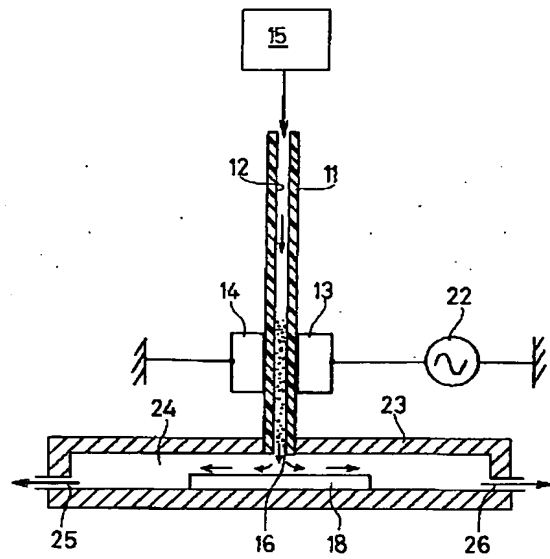
【符号の説明】

- 1 平行板
- 2 ガス流路
- 3、4 電極
- 5 ガス供給源
- 6 電源
- 7 ノズル部
- 8 被処理物
- 9 テーブル
- 10 流路制御板
- 11 薄板
- 12 ガス流路
- 13 電源電極
- 14 接地電極
- 15 ガス供給源
- 16 ノズル部
- 17 流路制御板
- 18 被処理物
- 19 テーブル
- 20、21 排気口
- 22 電源
- 23ハウジング
- 24 処理室
- 25、26 排気口
- 27 ノズルユニット
- 28 噴射通路
- 29、30 流路制御板
- 31 電気ヒータ

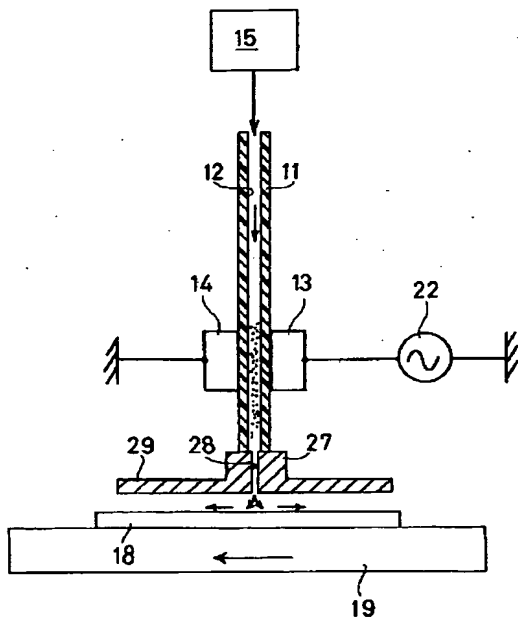
【図 1】



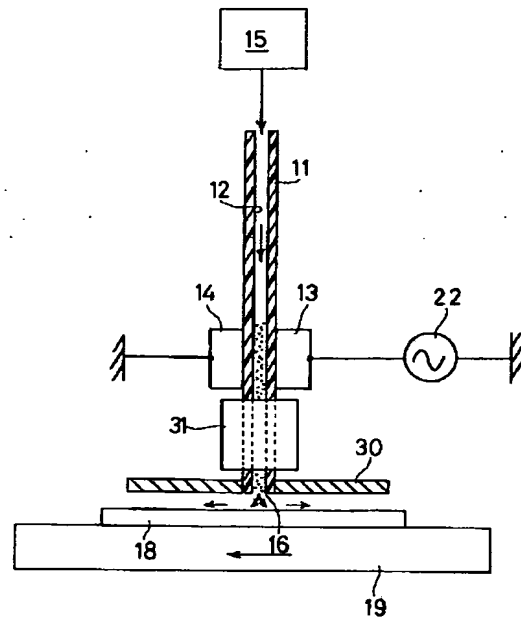
【図 2】



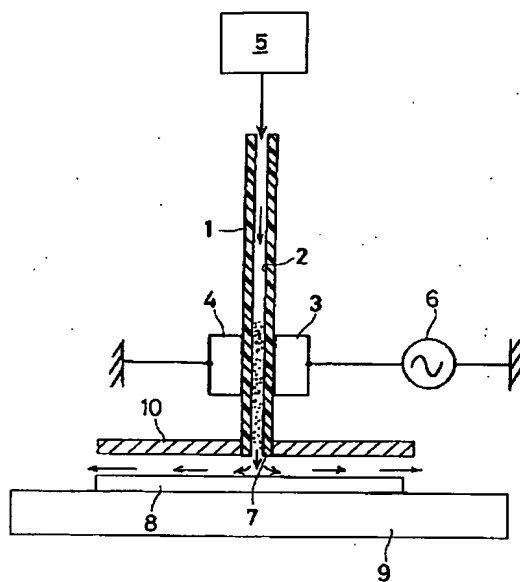
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H 0 1 L 21/3065

H 0 5 H 1/24

1/46

識別記号

F I

H 0 5 H 1/24

1/46

H 0 1 L 21/302

A

B

This Page Blank (usp)